

329058 -- Patent Information

329058

Title **Manufacturing method for P type gallium nitride improved efficiency of LED and can make LD**

Patent type

1998/4/1

Application Number 86103516

Filing Date 1997/3/20

IPC H01L31/0304

Inventor **SHYY, GUANG-GWO(TW)**  
**HWANG, JAW-NIAN(TW)**  
**CHEN, JIN-YUAN(TW)**  
**LII, BIING-JYE(TW)**  
**HORNG, MING-HWANG(TW)**

	Name	Country	Individual/Company
Applicant	INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	TW	Company

Abstract A manufacturing method for P type Gallium Nitride comprises the following steps. (i) Gallium Nitride is blended with Mg and annealed and meanwhile added much nitrogen flux. (ii) Mg blended with Gallium Nitride growth at N type Gallium Nitride after passing step (i) high temperature treatment and then added voltages to P and N types Gallium Nitride of P-N interfaces to proceed low temperature treatment.

中 華 民 國 專 利 公 報 (19)(12)

(11)公告編號: 329058

(44)中華民國87年(1998)04月01日

發 明

全 1 頁

(51)Int. Cl. : H01L31/0304

(54)名 稱: P型氮化鎵的製作方法

(21)申 請 案 號: 86103516

(22)申請日期: 中華民國86年(1997)03月20日

(72)發 明 人:

史光國  
黃兆年  
陳金源  
李秉傑  
洪銘煌

新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號  
新竹縣竹東鎮光明路一二六巷四號五樓  
新竹市明湖路六四八巷一〇二弄五十五號  
新竹市光明里光明新村九十八號  
台南市崇學路二三〇巷七號

(71)申 請 人:

財團法人工業技術研究院

新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號

(74)代 理 人:

1

2

[57] 申請專利範圍:

1. 一種製作 P 型氮化鎵的方法, 包括下列步驟:

- (i) 在氮化鎵中摻雜鎂, 對鎂摻雜的氮化鎵進行熱退火, 同時並在氮化鎵周圍加上大量的氮束通量;
- (ii) 若鎂摻雜的氮化鎵是長在 N 型氮化鎵上, 則在經過步驟 (i) 的高溫處理後, 再於 P 型氮化鎵與 N 型氮化鎵的 P-N 界面間加上一順向電壓, 然後進行低溫處理。

2. 如申請專利範圍第 1 項的方法, 其中, 加在 P 型氮化鎵與 N 型氮化鎵的 P-N 界面間所加的順向電流約在 10 毫安培左右。

3. 如申請專利範圍第 1 項的方法, 其中, 前述低溫處理的溫度約為 200°C。

4. 如申請專利範圍第 1 項的方法, 其中, 前述步驟 (i) 進行熱退火時, 溫度係控制在 700°C 至 900°C 之間, 時間約 20 分鐘至 1 小時。

329058

## 公告本

申請日期	86.3.20
案 號	86103516
類 別	H01K 3/0304

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

329058

## 發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	P型氮化鎵的製作方法
	英 文	
二、發明 人	姓 名	1.史光國      2.黃兆年      3.陳金源 4.李秉傑      5.洪銘煌
	國 籍	中華民國
住、居所		1.新竹縣竹東鎮中興路四段195號 2.新竹縣竹東鎮光明路126巷4號5樓 3.新竹市明湖路648巷102弄55號 4.新竹市光明里光明新村98號 5.台南市崇學路230巷70號
三、申請人	姓 名 (名稱)	財團法人工業技術研究院
	國 籍	中華民國
住、居所 (事務所)		新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號
	代 表 人 姓 名	孫震

裝

訂

線

## 四、中文發明摘要(發明之名稱:P型氮化鎵的製作方法)

一種P型氮化鎵的製作方法，其首先是在將鎂摻雜的氮化鎵熱退火，以使其變成P型氮化鎵，由於其必須長時間處於高溫的環境中，以將全部的鎂-氫(Mg-H)中的氫原子完全分解，使鎂受子活性化，以得到高傳電性的P型氮化鎵。同時又要防止氮化鎵材料會因高溫分解產生 $V_N$ 的缺陷，所以本發明於熱退火時，在氮化鎵周圍加上大量的氮束通量以阻止氮化鎵材料的分解，此種氮束通量可以由射頻(rf)電漿、電子迴旋加速器共振(Electron Cyclotron Resonance)電漿或離子束(Ion Beam)等方法產生。另外，由於當氮化鎵的P-N界面上有順向電流時，只要加溫到大約 $175^\circ\text{C}$ ，則鎂摻雜的氮化鎵中的氮化鎂就可以分解開來。所以本發明就利用當氮化鎵被形成為二極體的架構時，使

英文發明摘要(發明之名稱:)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：

其在低溫下，即可將氫原子排除於氮化鎔外，而使得鎂受  
子活性化，藉以增加 P 型氮化鎔的導電性，同時可以避免  
太高的溫度造成在氮化鎔中產生  $V_N$  空隙的缺陷。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

英文發明摘要（發明之名稱：

## 五、發明說明(1)

本發明係有關於一種 P 型氮化鎵的製作方法。

目前，在用以製作藍光、紫光及紫外光的發光裝置的材料中，以氮化鎵(Gallium Nitride)最具有潛力，因為其具有直接能隙的架構，且其能隙在室溫下為 3.39eV。習知技藝中，爲了要製作單晶的氮化鎵，所使用的方式是在藍寶石基板上進行異質磊晶成長。但是在此種方式中，由於氮化鎵及藍寶石間的晶格匹配和熱膨脹係數均有極大的差異，故而要成長高品質且表面平坦的氮化鎵薄膜是極爲困難的。不過，這些問題只要在成長氮化鎵前，先在藍寶石基板上沉積一層 AlN 做爲緩衝層即可加以克服。如此一來，氮化鎵薄膜的平坦度、結晶品質及電性等都可獲致明顯的改善。

爲了要更進一步地改善藍光發光二極體(LED)的效率，並且使氮化鎵膜可用來製作雷射二極體(LD)，對於 P 型氮化鎵膜的製作研發便成爲一般關切的重點。Hiroshi Amano et al. 在 Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 28, No. 12, Dec. 1989, pp. L2112-L2114 中即曾提到利用在氮化鎵中摻雜鎂(Mg)，使其成長，並於成長後進行低能量電子束照射，如此所得到的 P 型氮化鎵的電洞濃度約爲  $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ，電洞移動率約爲  $8 \text{ cm}^2/\text{V} \times \text{s}$ ，且其電阻係數約爲  $35 \Omega \times \text{cm}$ 。不過，具有這樣數據的 P 型氮化鎵仍不足以用來製作藍光 LD 及高功率藍光 LED。爲此，Shuji Nakamura et al. 在 Jpn. J. Appl. Phys. Vol.31 (1992) Pt.2, No.2B, pp.L139-L142 中提到以熱退火的方式將摻雜了鎂的氮化鎵加以 700 °C 的熱退

## 五、發明說明(2)

火，藉以將氮化鎂中的氮分離，使鎂受子被活性化，而形成低阻抗的 P 型氮化鎂，所得到的 P 型氮化鎂的電阻係數約為  $2 \Omega \times \text{cm}$ ，電洞濃度約為  $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ，電洞移動率約為  $10 \text{ cm}^2/\text{V-s}$ 。

目前，一般退火的溫度大都在  $700^\circ\text{C}$  至  $800^\circ\text{C}$  左右，如果溫度低於  $700^\circ\text{C}$ ，則氮化鎂不易全部分解，而且如果氮原子沒有被排除在氮化鎂外，則只要溫度一降低，氮原子就立刻又會和鎂結合成氮化鎂，導致鎂不能活性化，而電阻就會增加。另一方面，如果退火溫度超過  $700^\circ\text{C}$ ，則氮化鎂內的氮原子會分解出來，產生  $V_N$  空隙的缺陷。

有鑑於此，為了解決習知技藝中的缺點，本發明之目的即在於提出一種 P 型氮化鎂的製作方法，其可利用退火處理使氮化鎂全部分解，以便將氮原子完全排除在氮化鎂外，同時又不會使氮化鎂中的氮原子分解出來，所以可得到高導電性的 P 型氮化鎂，且不會導致氮化鎂中產生  $V_N$  空隙的缺陷。

本發明是將鎂摻雜於氮化鎂中，再對鎂摻雜之氮化鎂進行熱退火，且在熱退火時，在氮化鎂周圍加上大量的氮束通量(Nitrogen Flux)以阻止氮化鎂材料的分解，此種氮束通量可以由射頻(rf)電漿、電子迴旋加速器(ECR)電漿或離子束(Ion Beam)等方法產生。如此，當可促使氮化鎂內部氮化鎂中的氮原子分解，而使鎂受子活性化，以得到較高導電性的 P 型氮化鎂，同時因為在氮化鎂周圍有大量的氮束通量，可防止氮化鎂材料會因高溫分解而產生  $V_N$  的缺

請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁

裝

訂

編

## 五、發明說明 ( 3 )

陷。

再者，若鎂摻雜氮化鎵是生長在 N 型氮化鎵上，則在利用上述方法使鎂摻雜氮化鎵變成 P 型氮化鎵後，由於當氮化鎵的 P-N 界面上有順向電流時，只要加溫到大約 175 °C，則鎂摻雜的氮化鎵中的氮化鎂就可以分解開來。所以本發明就利用當氮化鎵被形成爲二極體的架構時，使其在低溫下，即可將氮原子排除於氮化鎵外，而使得鎂受子活性化，藉以進一步增加 P 型氮化鎵的導電性，同時可以避免太高的溫度造成  $V_N$  空隙的缺陷。

實施例的說明：

本發明之 P 型氮化鎵的製作方法可用以製作出具高導電性及低缺陷的 P 型氮化鎵材料，其包括下列步驟：(1) 以有機金屬氣相沉積法 (MOCVD) 成長 p 型氮化鎵時，在氮化鎵中摻雜鎂至濃度  $10^{20} \sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ ，然後將鎂摻雜的氮化鎵進行熱退火，溫度控制在 700 °C 至 900 °C 之間，時間約 20 分鐘至 1 小時，同時並在氮化鎵周圍加上大量的氮束通量，藉以將鎂摻雜的氮化鎵中氮化鎂的氮原子分解，而得到導電性較高的 P 型氮化鎵，其電洞濃度  $> 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ，電洞移動率約  $5 \sim 10 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，電阻係數約  $0.1 \Omega \times \text{cm}$ ；(2) 若鎂摻雜的氮化鎵是長在 N 型氮化鎵上，則在經過以上的高溫熱處理後，會在 P 型氮化鎵與 N 型氮化鎵間形成一 P-N 界面，在此 P-N 界面上加上一順向電壓，其電流約在 10 毫安培左右，並進行溫度約 200 °C 的低溫處理，則氮化鎂中的氮原子便可被進一步地排除。



## 五、發明說明( 4 )

經由上述步驟的處理後，由於經過了高溫分解排除氮化鎂中的部分氮原子，又再經過外加順向電壓下的低溫處理，更徹底地將氮原子排除在氮化鎵外，確保 P 型氮化鎵內所摻雜之鎂離子的活性化，故可得到高品質、高導電性的 P 型氮化鎵材料。與習知的 P 型氮化鎵(電阻係數約為  $2 \Omega \times \text{cm}$ )相比，本發明之 P 型氮化鎵的電阻係數(僅約為  $0.1 \Omega \times \text{cm}$ )小了至少一個級數，因此導電性也就得以大幅提昇。同時在外加順向電壓的低溫處理中，溫度係保持在約  $200^\circ\text{C}$ ，可避免  $V_N$  空穴之缺陷的產生。

前述氮束通量的產生方式可利用射頻電漿、電子迴旋加速器共振電漿或是離子束法，至於各種方法的操作方式可分別參考 Akihiko Kikuchi et al. 在 Jpn. J. Appl. Phys. Vol.34 (1995) Pt.1, No.2B, pp.1153-1158 中所提到的利用射頻的氮源成長氮化鎵的方式、R.J. Molnar et al. 在 Journal of Electronic Materials, Vol. 24, No. 4, 1995, pp.275-281 中所提到的電子迴旋加速器共振電漿、及 S.M. Rossnagel et al. 在 MRS BULLETIN, Feb. 16/Mar. 16, 1987, pp. 40-49 中所描述的離子束輔助沉積法等。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

裝

## 六、申請專利範圍

1. 一種製作 P 型氮化鎵的方法，包括下列步驟：

(i) 在氮化鎵中摻雜鎂，對鎂摻雜的氮化鎵進行熱退火，同時並在氮化鎵周圍加上大量的氮束通量；

(ii) 若鎂摻雜的氮化鎵是長在 N 型氮化鎵上，則在經過步驟(i)的高溫熱處理後，再於 P 型氮化鎵與 N 型氮化鎵的 P-N 界面間加上一順向電壓，然後進行低溫處理。

2. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中，加在 P 型氮化鎵與 N 型氮化鎵的 P-N 界面間所加的順向電流約在 10 毫安培左右。

3. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中，前述低溫處理的溫度約為 200 °C。

4. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中，前述步驟(i)進行熱退火時，溫度係控制在 700 °C 至 900 °C 之間，時間約 20 分鐘至 1 小時。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

編